

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-242333
 (43)Date of publication of application : 02.09.1994

(51)Int.CI.

G02B 6/12

(21)Application number : 05-028805

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
 <NTT>

(22)Date of filing : 18.02.1993

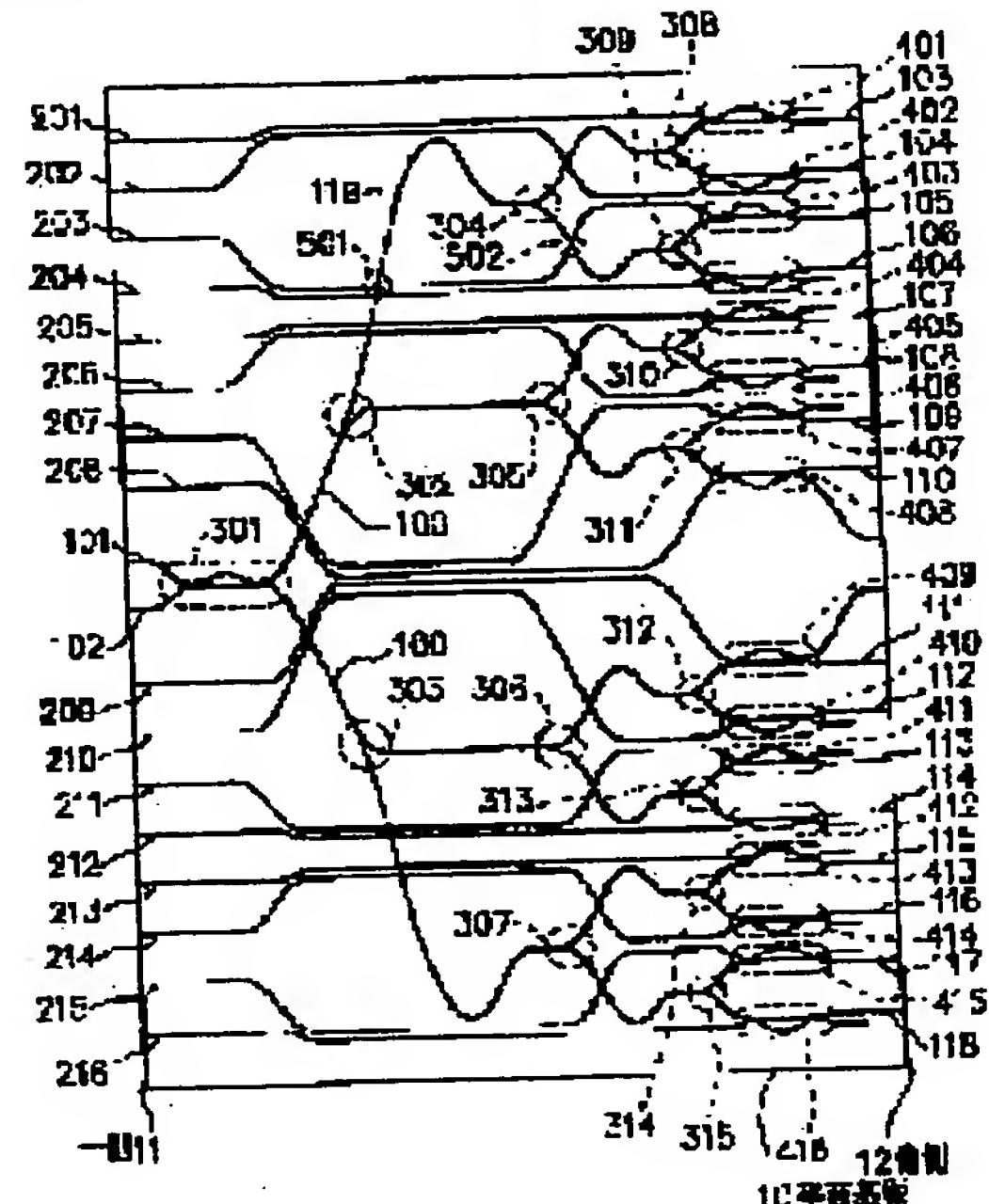
(72)Inventor : TAKATO NORIO
 KITO TSUTOMU
 SUDA HIROYUKI
 MIKAWA IZUMI
 HASHIMOTO HITOSHI

(54) WAVEGUIDE TYPE OPTICAL BRANCHING/COUPLING ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a compact and loss-reduced waveguide type optical branching/coupling element integrated by optical branches and optical couplers.

CONSTITUTION: The 1st optical waveguide 100 continued from one side 11 of a plane base 10 to the other side 12 and branched to plural routes on the way is formed on the base 10 to constitute plural optical branches 301 to 315 and plural 2nd optical waveguides 201 to 216 continued at least to one side 11 of the base 10 and respectively connected to the 1st branched waveguides 100 (103 to 118) are formed on the base 10 to constitute optical couplers 401 to 416. The 2nd optical waveguides 201 to 216 on one side of the base 10 are arranged on both the sides of the 1st optical waveguides 100 (101, 102).



[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-242333

(43)公開日 平成6年(1994)9月2日

(51)Int.Cl.⁵

G 02 B 6/12

識別記号 厅内整理番号

D 8106-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全6頁)

(21)出願番号 特願平5-28805

(22)出願日 平成5年(1993)2月18日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 高戸 範夫

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 鬼頭 勤

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 須田 裕之

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(74)代理人 弁理士 吉田 精孝

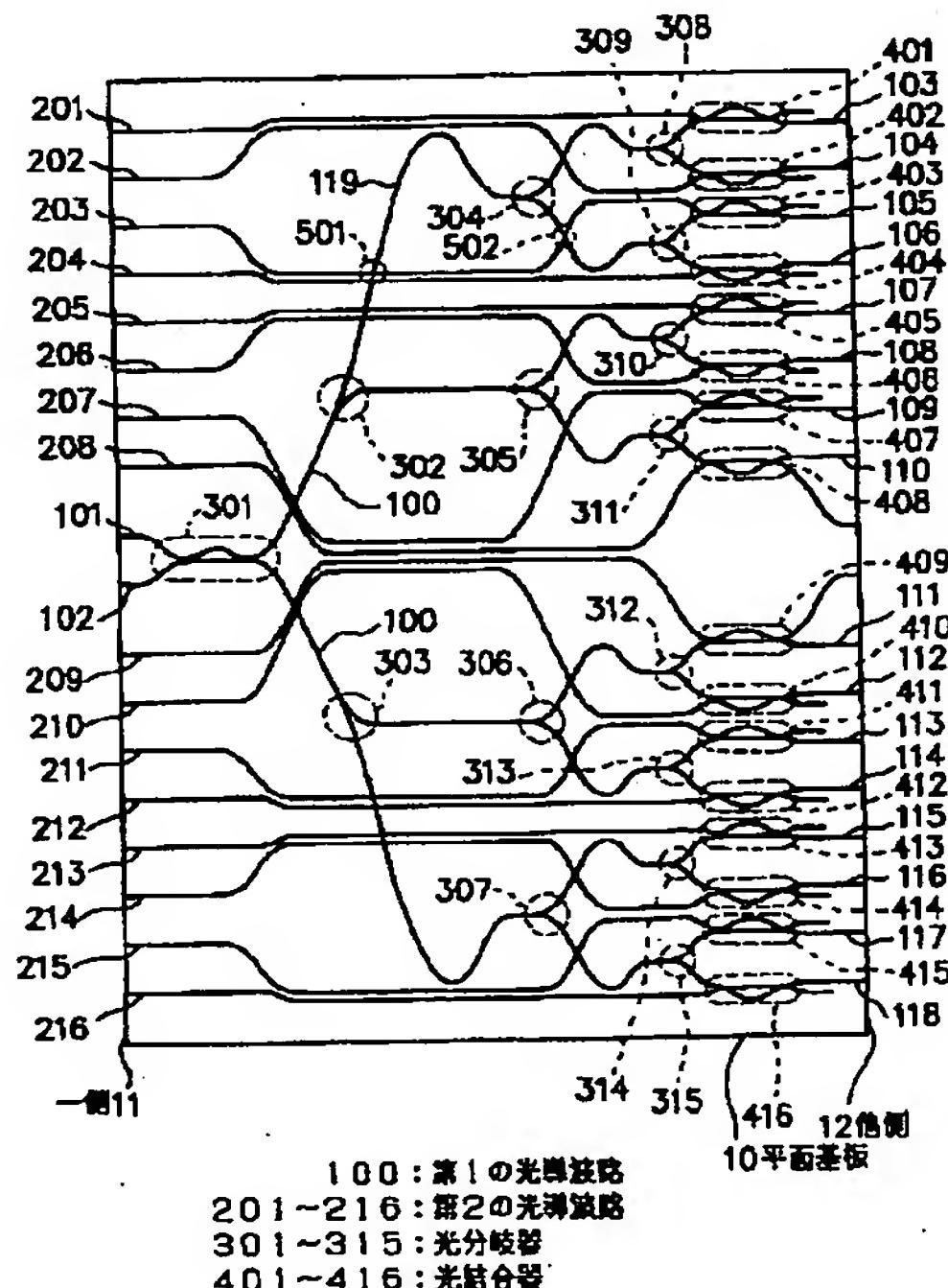
最終頁に続く

(54)【発明の名称】導波路型光分岐結合素子

(57)【要約】

【目的】光分岐器と光結合器とを一体化した小型で低損失な導波路型光分岐結合素子を提供する。

【構成】平面基板10上に、該平面基板10の一側11から他側12まで連続し且つ途中で複数に分岐する第1の光導波路100を形成して光分岐器301～315を構成し、前記平面基板10上に、該平面基板10の少なくとも一側11に連続し且つ前記分岐後の複数の第1の光導波路100(103～118)とそれぞれ結合する複数の第2の光導波路201～216を設けて光結合器401～416を構成し、該複数の第2の光導波路201～216の前記平面基板10の一側11における配置を前記第1の光導波路100(101, 102)の両側となした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 平面基板上に、該平面基板の一側から他側まで連続し且つ途中で複数に分岐する第1の光導波路を形成して光分岐器を構成し、

前記平面基板上に、該平面基板の少なくとも一側に連続し且つ前記分岐後の複数の第1の光導波路とそれぞれ結合する複数の第2の光導波路を設けて光結合器を構成し、

該複数の第2の光導波路の前記平面基板の一側における配置を前記第1の光導波路の両外側となしたことと特徴とする導波路型光分岐結合素子。

【請求項2】 光結合器として、2個の方向性結合器を連結してマッハ・ツェンダ光干渉計回路構成とし、該2個の方向性結合器を連結する光導波路の長さに所定の僅かな差を与えて所望波長域での結合率の波長依存性を少なくした光結合器を用いたことを特徴とする請求項1記載の導波路型光分岐結合素子。

【請求項3】 光分岐器として、2個の方向性結合器を連結してマッハ・ツェンダ光干渉計回路構成とし、該2個の方向性結合器を連結する光導波路の長さに所定の僅かな差を与えて所望波長域での分岐比をほぼ50%とした光分岐器を用いたことを特徴とする請求項1記載の導波路型光分岐結合素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光分岐器と光結合器とを一体化した導波路型の光分岐結合素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、光ファイバ通信システムにおいては、光情報の分配のために多数の光分岐器が用いられ、また、光ファイバ伝送路のモニタ・試験を行うために多数の光結合器が用いられている。前記光分岐器及び光結合器としては、現在、光ファイバ自身を構成材料として研磨や融着・延伸工程を経て形成される光ファイバカップラにより構成されたファイバカップラ型のものや、平面基板上にフォトリソグラフィやエッチングによって形成される光導波路により構成された導波路型のものが開発されている。

【0003】 光ファイバ通信システムにおいて、光分岐器によって分岐された後の多数の光ファイバ伝送路のモニタ・試験を行う場合、従来は、図2に示すように、ファイバカップラ型あるいは導波路型の光分岐器1の多数の出力ファイバ2と、同じくファイバカップラ型あるいは導波路型の多数の光結合器3の一方の入力ファイバ4とをそれぞれ接続するとともに、該多数の光結合器3の一方の出力ファイバ5と多数の光ファイバ伝送路6とをそれぞれ接続しておき、前記多数の光結合器3の他方の入力ファイバ7に図示しないOTDR(Optical Time Domain Reflectometer)を接続することにより行うよう

になっていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記構成では多くの部品が必要となり、その分、高価になるとともに、光分岐器と光結合器とを接続する光ファイバの余長処理のため、回路全体が非常に大きくなるという問題があった。

【0005】 本発明は前記従来の問題点に鑑み、光情報を多数の光ファイバ伝送路へ分配するための光分岐器と、光ファイバ伝送路のモニタ・試験に必要な装置を前記多数の光ファイバ伝送路に結合するための光結合器とを一体化した、小型で低損失な導波路型光分岐結合素子を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明では前記目的を達成するため、平面基板上に、該平面基板の一側から他側まで連続し且つ途中で複数に分岐する第1の光導波路を形成して光分岐器を構成し、前記平面基板上に、該平面基板の少なくとも一側に連続し且つ前記分岐後の複数の第1の光導波路とそれぞれ結合する複数の第2の光導波路を設けて光結合器を構成し、該複数の第2の光導波路の前記平面基板の一側における配置を前記第1の光導波路の両外側となした導波路型光分岐結合素子を提案する。

【0007】

【作用】 本発明によれば、光情報の分配を行うための光分岐器と、該光分岐器によって分岐された後の多数の光ファイバ伝送路のモニタ・試験を行うための光結合器とを一枚の基板上に一体的に構成できる。

【0008】

【実施例】 以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。図1は本発明の導波路型光分岐結合素子の一実施例を示すもので、図中、10は平面基板、100は光情報分配用の第1の光導波路、201, 202, ……216はモニタ・試験用の第2の光導波路、301, 302, ……315は光分岐器、401, 402, ……416は光結合器である。

【0009】 第1の光導波路100は、平面基板10上にその入力端、即ち2本の入力光導波路101, 102が該平面基板10の一側11に連続し、光分岐器301～315を経て分岐された出力端、即ち16本の出力光導波路103～118が平面基板10の他側12に連続する如く形成されている。

【0010】 ここで、光分岐器301は、2本の光導波路101, 102を、特願平1-26542号(特開平3-213829号公報)に記載されている設計方法に従って構成することにより、広い波長域で分岐比が約50%となるように設定した2入力2出力の光分岐器である。また、光分岐器302～315は、それぞれ光導波路構造をY字形に形成して広い波長域で分岐比が約50%となるように設定した周知のY分岐型の光分岐器であり、ここで

は光分岐器301の2出力に対して2個、4個、8個の3段、計14個が配置されている。前記光分岐器301～315は2入力16出力の光分岐回路として動作する。

【0011】第2の光導波路201～216は、平面基板10上にその一端が該平面基板10の一側11に連続し、前記出力光導波路103～118にそれぞれ光結合器401～416を介して結合する如く形成されている。ここで、光結合器401～416は、第2の光導波路201～216及び出力光導波路103～118のうちの対応する2本の光導波路を、前述した光分岐器301の場合と同様な設計方法に従って構成することにより、広い波長域で結合率が約20%となるように設定した2入力2出力の光結合器である。また、第2の光導波路201～216のうち、中央の2本の光導波路208、209の他端は分岐出力側から分岐入力側をモニタ・試験可能とすべく、平面基板10の他側12に連続する如く形成されている。

【0012】また、第2の光導波路201～216は平面基板10の一側11において、入力光導波路101、102の両外側に順次並ぶように配置されている。このため、該第2の光導波路201～216は各段の光分岐器間で第1の光導波路100と交差する場合がある。例えば、光導波路203は光分岐器302～304間に及び304～309間に光導波路100と交差し(501、502)、光結合器403に接続している。

【0013】一般に、2本の光導波路が交差している場合、交差角度が小さいと一方の光導波路を伝搬してきた光が他方の光導波路に漏れてしまうので、該交差角度が必要な角度以上になるよう、必要な部位に適当な曲り光導波路、例えば光分岐器302～304間に曲り光導波路119が形成されている。

【0014】次に、前記導波路型光分岐結合素子の具体的な構成及び動作を説明する。以下の説明では、光導波路としてシリコン基板上に形成した石英系単一モード光導波路の場合を述べているが、これは石英系単一モード光導波路が単一モード光ファイバとの接続性に優れ、実用的な導波路型光分岐結合素子を提供できるためであり、本発明は石英系光導波路に限定されるものではない。

【0015】図3は図1中の光分岐器301に対応する光回路を示すもので、同図(a)は平面図、同図(b)は同図(a)中のA-A'線矢視方向の拡大断面図である。図中、601はシリコン基板、602、603はシリコン基板601上に石英系ガラス材料により形成された石英系光導波路である。

【0016】光導波路602、603は2箇所で互いに近接して方向性結合器604、605を構成している。該光導波路602、603は膜厚50μm程度のSiO₂系ガラス(クラッド)層606に埋設された断面寸法8μm×8μm程度で且つ屈折率がガラス層606に比べて0.3%程度高いSiO₂-GeO₂系ガラスコアからなり、直線

パターンと円弧パターンとの組合せによりマッハ・ツェンダ光干渉計回路が構成されている。

【0017】このような石英系光導波路は四塩化シリコンや四塩化チタンの火炎加水分解反応を利用したガラス膜堆積技術と反応性イオンエッチングによる微細加工技術との公知の組合せで形成できる。方向性結合器604、605の結合部は2本の光導波路602、603の間隔をそれぞれ3μm、5μmに保ち、0.4mmの距離に亘って平行に配置することにより構成され、該2個の方向性結合器604、605を連結する部分の光導波路の長さの差は0.7μmに設定されている。このような設計により、波長1.25～1.65μmの広い波長域で分岐比50±5%の光分岐器となる。

【0018】図1中の光結合器401～416も図3の光回路と全く同じ構造を備えており、單に、2本の光導波路が構成する2個の方向性結合器の結合部における光導波路の間隔がそれぞれ4μm、6μmであり、平行部の長さが0.2mmである点が異なる。このような設計により、波長1.25～1.65μmの広い波長域で結合率20±3%の光結合器となる。これによって、光導波路201～216に入射した光信号は波長1.25～1.65μmの広い波長域で約20%、出力光導波路103～118に結合されることになり、OTDR等を用いた光ファイバ伝送路のモニタ・試験が可能となる。なお、分岐された光信号は約20%、結合部で基板中へ放射されるが、損失値としては約1dBであり、それほど大きいものではない。

【0019】また、前述したように、2本の光導波路が交差している場合、交差角度が小さいと一方の光導波路を伝搬してきた光が他方の光導波路に漏れてしまう量が多くなるとともに放射損失も増えるが、交差角度を大きくすると回路が大きくなるので、交差角度は適切な値に設定する必要がある。

【0020】図4は光導波路の交差角度と漏話減衰量との関係を計算した結果を示すものである。該図4より、少なくとも-30dB以下の漏話減衰量にするためには12度以上の交差角度にする必要があり、本実施例では交差角度は最低13度以上になるようにした。また、短い長さでこの交差角度になるようにするため、各光導波路は使用する波長域で曲り損失が増えない範囲で可能な限り小さい曲率半径、本実施例では25mmの円弧及び直線の組合せで構成した。また、必要に応じて適当な曲り光導波路、例えば前述した曲り光導波路119を形成して交差角度が最低13度になるよう工夫した。

【0021】さらにまた、本実施例の導波路型光分岐結合素子では、平面基板10の一側11に光情報分配用の2本、モニタ・試験用の16本の計18本の光導波路を各々250μm間隔に配列させ、また、他側12に光情報分配用の16本、モニタ・試験用の2本の計18本の光導波路を各々250μm間隔に配列させ、同一ピッチで配列させた光ファイバアレイ(図示せず)を接続固定

して使用できるように組み立てた。

【0022】ここで、本実施例の導波路型光分岐結合素子の寸法について述べておくと、基板10の大きさは長さ70mm、幅7.5mmであり、図示しない光ファイバアレイを接続して組立てた回路全体の大きさでも110×12×5mmとなり、小型に構成することができる。これと同一機能の光回路は31個の光ファイバカップラを接続して組合せることにより実現できるが、その大きさは光ファイバの余長処理のために数10cm角になるとを考えると、本実施例は小型化に極めて有効であることがわかる。

【0023】図5は本実施例の導波路型光分岐結合素子の分岐特性の測定結果を示すものである。波長1.31μm、1.55μmの光信号とも均一に分岐され、平均損失15.5dBであった。なお、横軸は各出力光導波路103～118を「1」～「16」の番号で表している。

【0024】図6は本実施例の導波路型光分岐結合素子において、光信号を光導波路203へ入射し、出力光導波路105から出射させた場合の損失の波長特性の測定結果を示すものである。波長1.24～1.69μmの広い範囲で8.5±0.5dBとほぼ一定の値を示した。この値は光ファイバと光導波路との結合損失、光導波路の各種の損失を考慮すると、光結合器403の結合率が19±2%となっていることを示しており、設計通りになっていることがわかる。

【0025】光ファイバカップラによる16分岐スプリッタと結合率20%の光ファイバカップラとを接続して組立てた従来の光回路における前記2つの損失に対応する値は、平均値で各々16dB、8dBであり、本実施例の導波路型光分岐結合素子は十分に低損失であると言える。

【0026】図7は本実施例の導波路型光分岐結合素子において、光信号を光導波路203へ入射した場合の出力光導波路103、104、106～118への漏話減衰量の測定結果を示すものである。漏話減衰量は全て-40dB以下であり、分岐後の光ファイバ伝送路をモニタ・試験をするのに支障はない。

【0027】前記実施例では、光結合器401～416として2個の方向性結合器を連結してマッハ・ツェンダ光干渉計回路構成とし、該2個の方向性結合器を連結する光導波路の長さに、制御された所定の僅かな差を与えて所望波長域での結合率の波長依存性を少なくしたものを使っているが、使用する波長が限られていれば、1個の方向性結合器で光結合器を構成することも可能である。

【0028】また、前記実施例では、初段の光分岐器301として2個の方向性結合器を連結してマッハ・ツェンダ光干渉計回路構成とし、該2個の方向性結合器を連結する光導波路の長さに、制御された所定の僅かな差を与えて所望波長域での分岐比をほぼ50%とした2入力型のものを用いたが、2段目以降の光分岐器302～315と

同様なY分岐型の光分岐器を使用して1入力型とすることも可能であることは言うまでもない。さらにまた、N×Nのスターカップラに本発明を適用することも可能である。

【0029】また、前記実施例では、シリコン基板上の石英系(SiO₂-GeO₂)光導波路により構成したが、基板はシリコンに限定されず、石英ガラス基板に変更することも可能である。また、本発明はこれらの石英系光導波路に限定されるものではなく、他の光導波路材料系、例えば多成分ガラス光導波路系やニオブ酸リチウム光導波路系、高分子光導波路系等にも適用できることを付記する。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、平面基板上に、該平面基板の一側から他側まで連続し且つ途中で複数に分岐する第1の光導波路を形成して光分岐器を構成し、前記平面基板上に、該平面基板の少なくとも一側に連続し且つ前記分岐後の複数の第1の光導波路とそれぞれ結合する複数の第2の光導波路を設けて光結合器を構成し、該複数の第2の光導波路の前記平面基板の一側における配置を前記第1の光導波路の両外側としたので、光情報の分配を行うための光分岐器と、該光分岐器によって分岐された後の多数の光ファイバ伝送路のモニタ・試験を行うための光結合器とを1枚の基板上に一体的に構成でき、従って、光ファイバアレイと簡単に接続できるとともに小型で低損失な導波路型光分岐結合素子を提供することができる。このような導波路型光分岐結合素子は、光ファイバ通信システムにおいて、光情報分配機能と光ファイバ伝送路のモニタ・試験機能とを実現できるので、そのシステムの経済化に資すること大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の導波路型光分岐結合素子の一実施例を示す構成図

【図2】分岐後の光ファイバ伝送路のモニタ・試験を可能とする従来の回路の構成図

【図3】図1中の初段の光分岐器に対応する光回路の構成図

【図4】図1の導波路型光分岐結合素子中の光導波路の交差部分における交差角度と漏話減衰量との関係を示すグラフ

【図5】図1の導波路型光分岐結合素子の光分岐特性を示すグラフ

【図6】図1の導波路型光分岐結合素子の損失波長特性の一例を示すグラフ

【図7】図1の導波路型光分岐結合素子の漏話特性の一例を示すグラフ

【符号の説明】

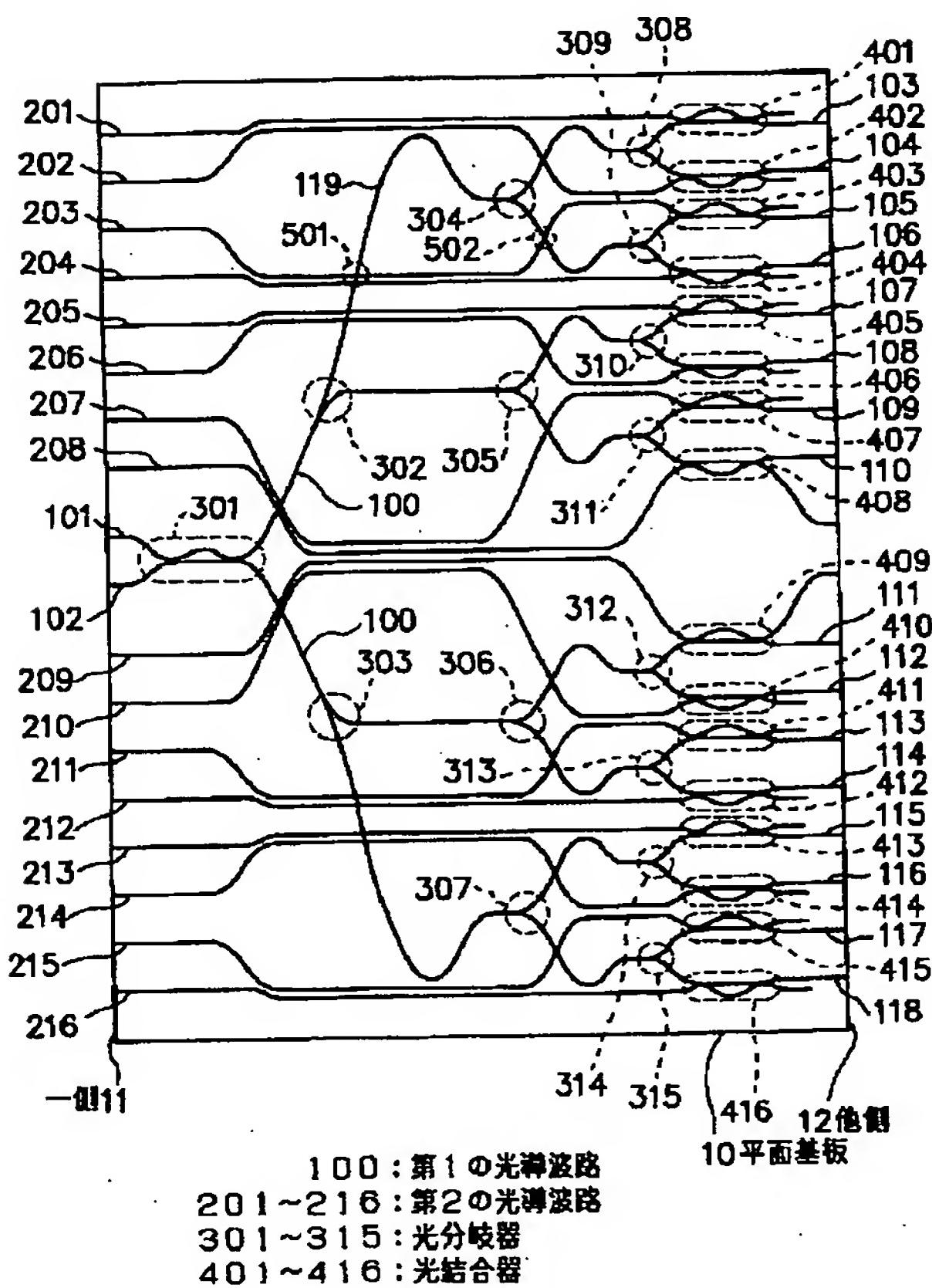
10…平面基板、11…一側、12…他側、100…第1の光導波路、101、102…入力光導波路、103～118…

7

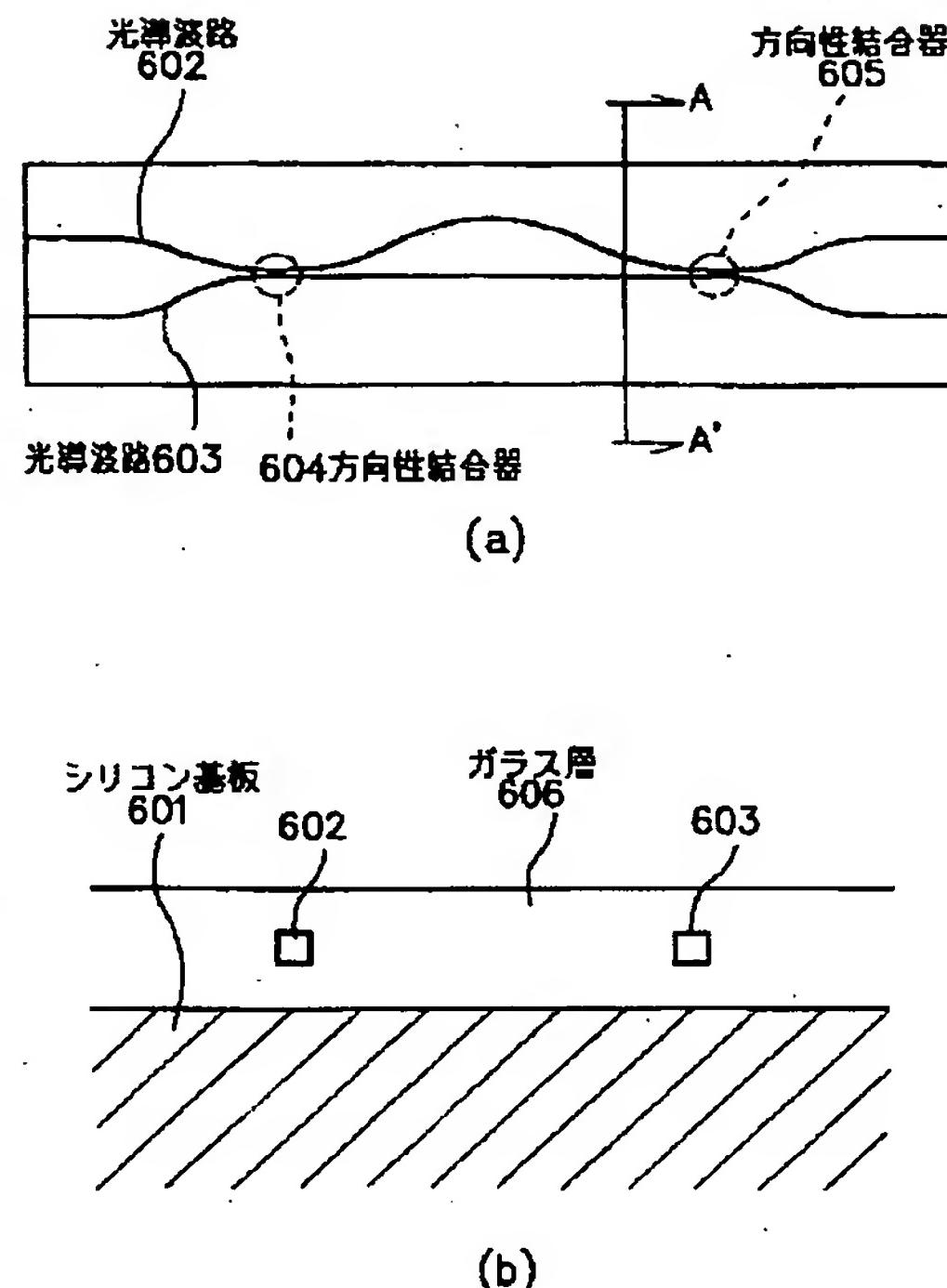
8

出力光導波路、201～216…第2の光導波路、301～31* *5…光分岐器、401～416…光結合器。

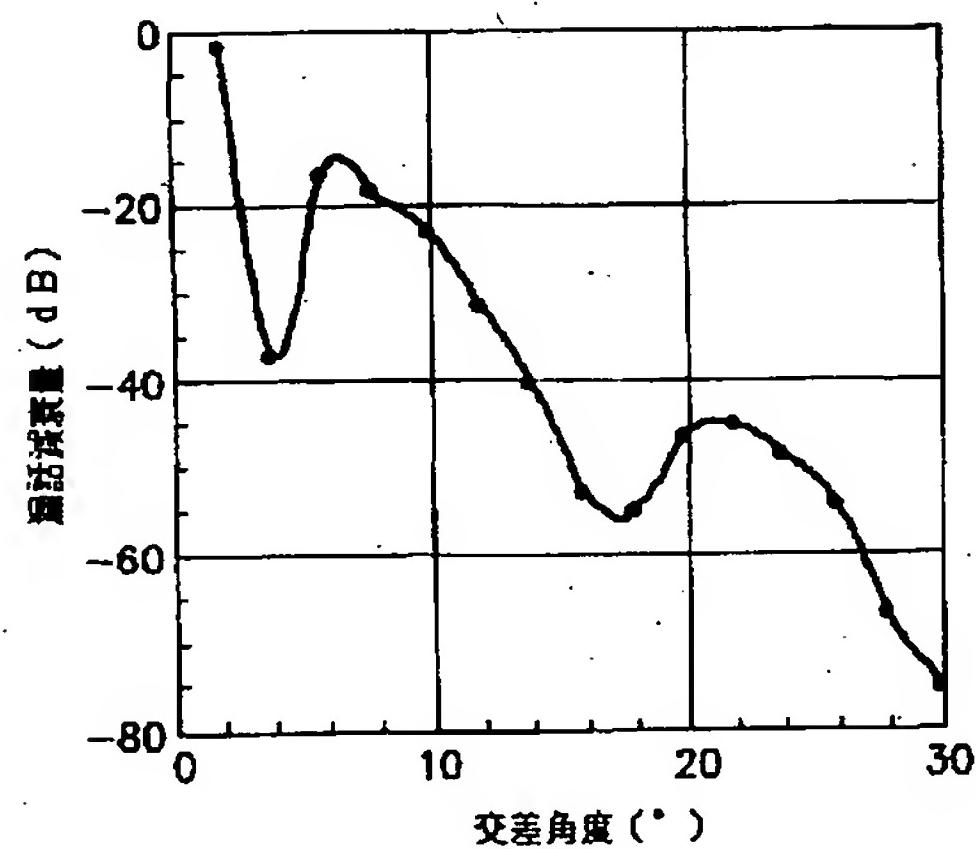
[1]



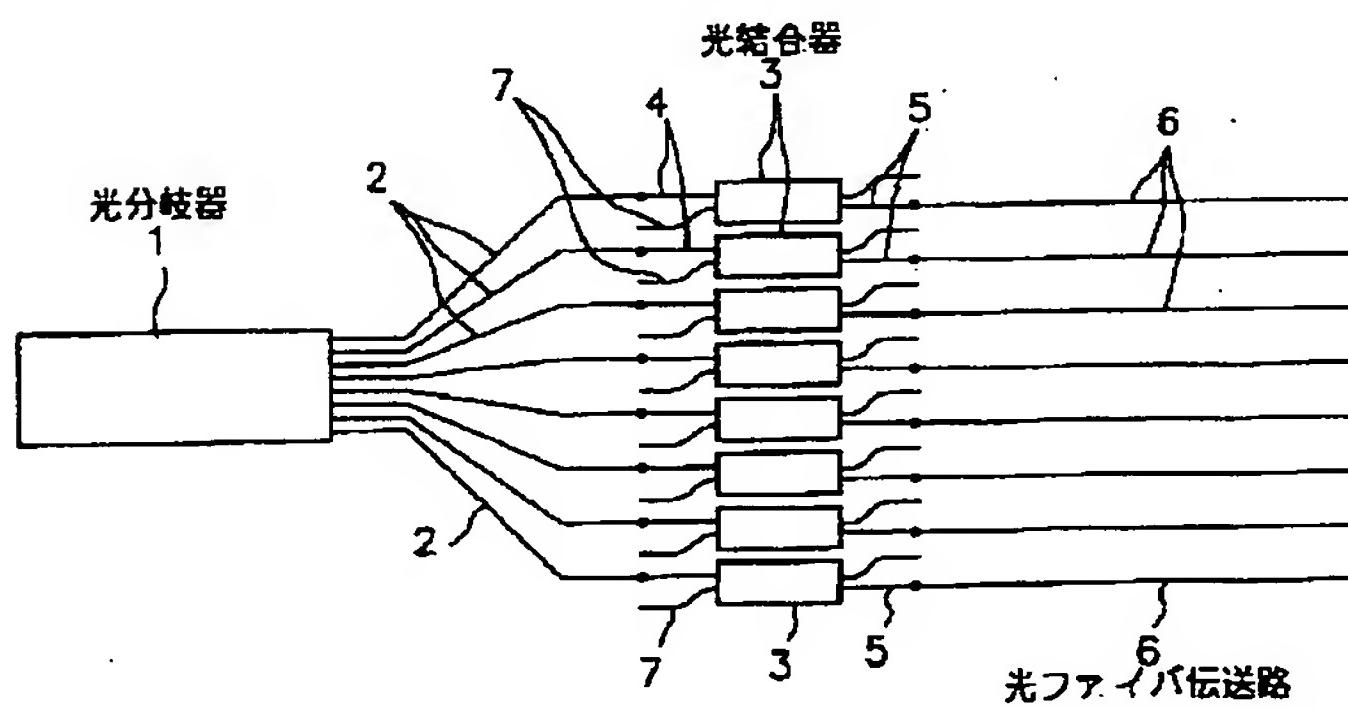
[図3]



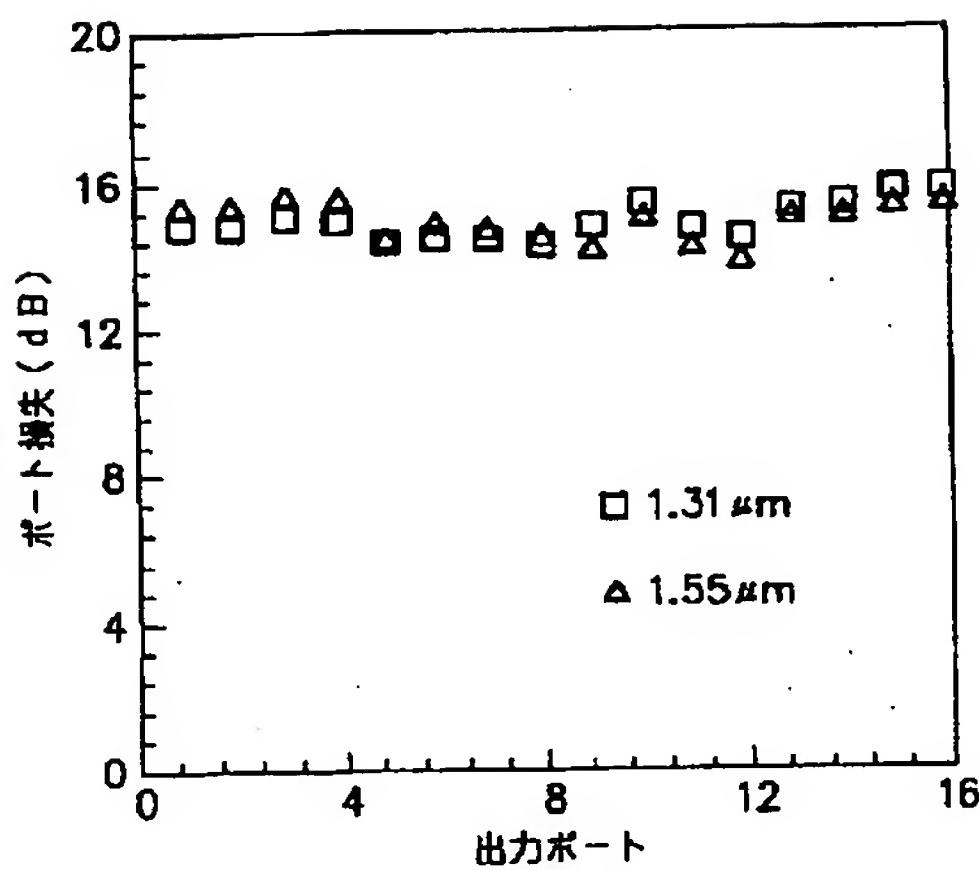
(図4)



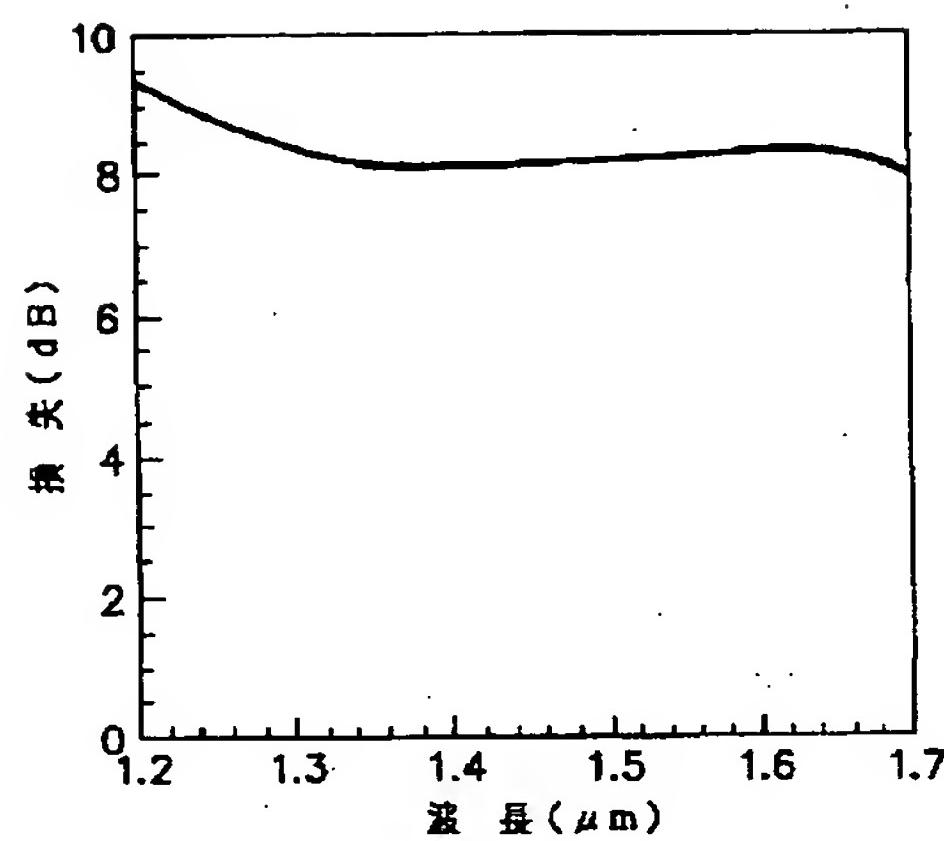
〔図2〕



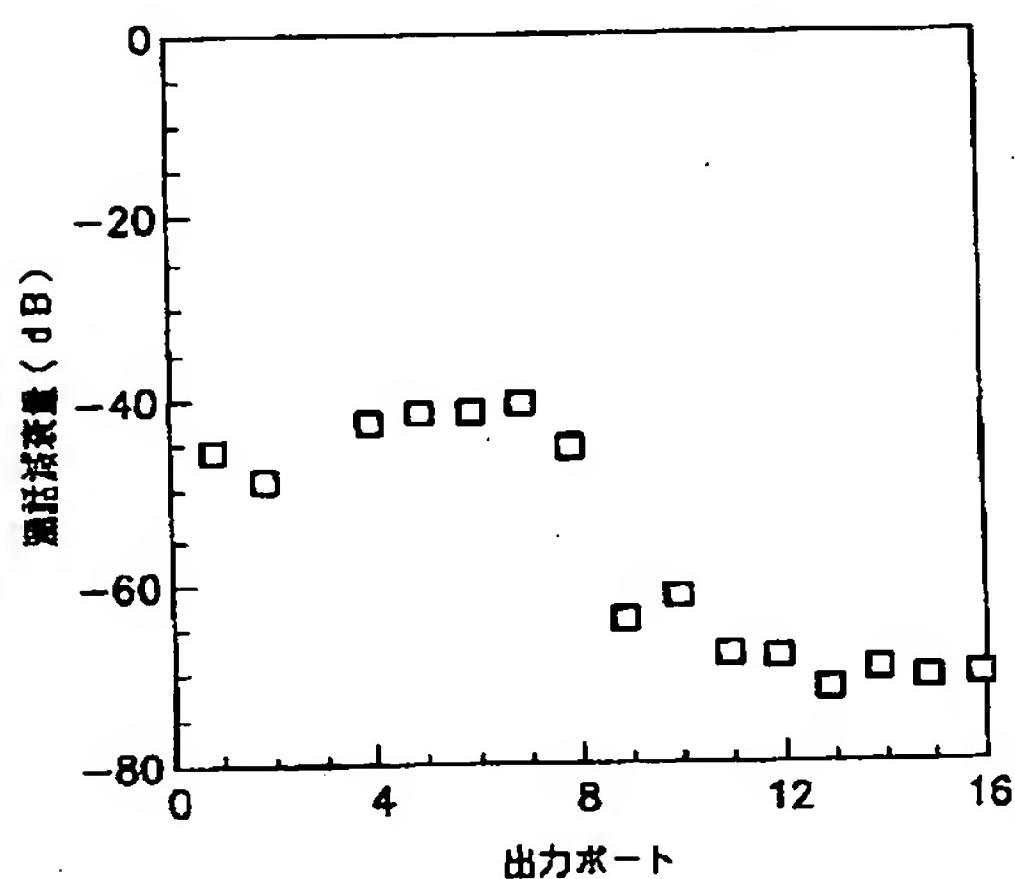
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 三川 泉
東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 橋本 仁
東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内